

Migration von Geodaten

Erfolg und Nutzen der Datenmigration bei der Münchener Stadtentwässerung (MSE)

Agenda

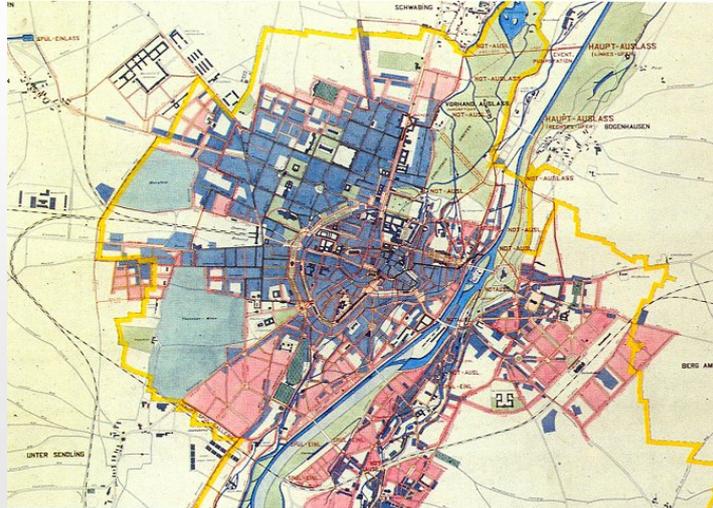
- Die Münchener Stadtentwässerung
- Ausgangssituation
- Technisches Konzept
- Umsetzung der Datenmigration und Folgearbeiten
- Bewertung Erfolg und Nutzen der Datenmigration für die Münchener Stadtentwässerung

- Die Münchner Stadtentwässerung
- Ausgangssituation
- Technisches Konzept
- Umsetzung der Datenmigration und Folgearbeiten
- Bewertung von Erfolg und Nutzen der Datenmigration für die Münchner Stadtentwässerung³

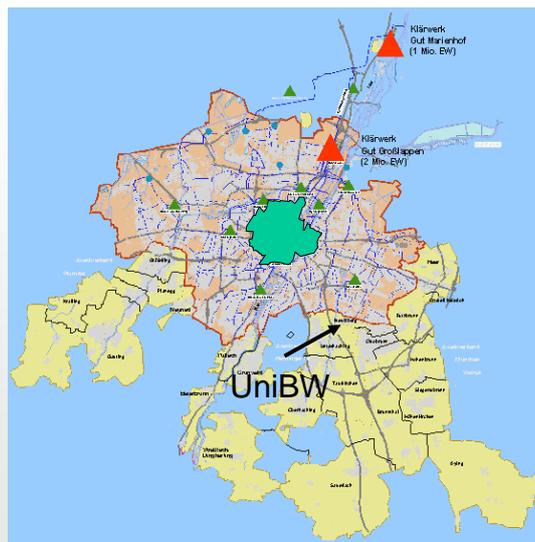
Die Münchner Stadtentwässerung

- Die Münchner Stadtentwässerung ist seit 1994 kommunaler Eigenbetrieb mit ca. 800 Mitarbeitern.
- Die Anfänge der Kanalisation der Stadt München gehen auf das Jahr 1811 zurück und sind eng mit dem Namen Max von Pettenkofer verbunden.
- 1876 wurde der englische Ingenieur James Gordon mit einem „allgemeinen Projekt für die Canalisation der Stadt München“ beauftragt. Er nutzte geschickt das nach Norden abfallende Gefälle und ermöglichte damit eine Entwässerung auf natürliche Weise.

1. Generalentwässerungsplan von J. Gordon 1876



- Stadtgebiet München mit 1,3 Mio. Einwohnern und 31.000 ha Größe.
- 2 Klärwerke:
Im Norden Münchens Gut Großlappen und Gut Marienhof bei Eching.
- 22 Nachbargemeinden leiten in das Münchner Netz ein.
- Entwässerungsverfahren
50 % Mischverfahren
30 % modifiziertes Mischverfahren
20 % Trennverfahren.





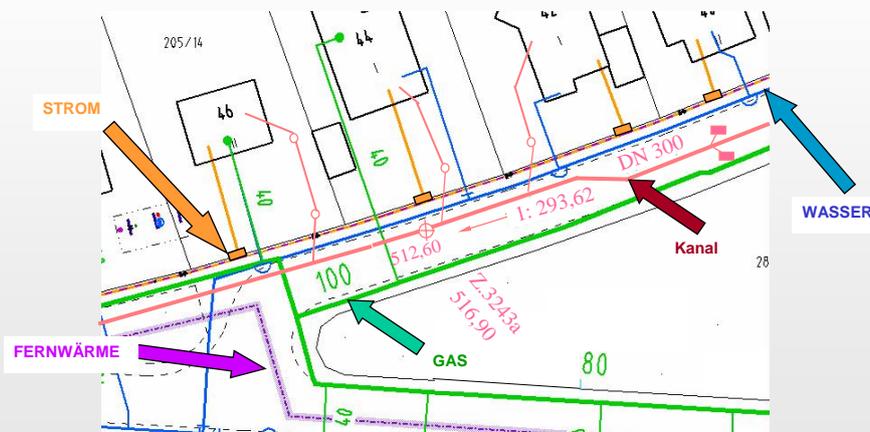
- Die Münchner Stadtentwässerung
- Ausgangssituation
- Technisches Konzept
- Umsetzung der Datenmigration und Folgearbeiten
- Bewertung von Erfolg und Nutzen der Datenmigration für die Münchner Stadtentwässerung

Ausgangssituation

- Ende der 80ziger Jahre wurde bei der Münchner Stadtentwässerung ein SICAD Arbeitsplatz auf Basis BS2000 sowie die Kanalfachschele angeschafft.
- Die Datenerfassung erfolgte durch eigenes Personal mittels Einpassung der Leitungsblätter am Digitalisieretablett ohne Stadtgrundkartenbezug.
- Mitte der 90ziger Jahre erfolgte die Umstellung auf SICAD/open unter Unix.
- 1999 wurde eine Fremdfirma damit beauftragt, das noch fehlende Kanalnetz flächendeckend zu digitalisieren.
- 2001 wurde im Zuge einer Kooperation mit den Stadtwerken München das Ziel der gemeinsamen Bürgerauskunft aller Sparten vereinbart.

Ausgangssituation

Gemeinsame Auskunft für die Münchener Bürger



- Die Vereinbarung beinhaltete, dass zukünftig bei den MSE das System Smallworld GIS eingeführt wird.
- Zur weiteren Nutzung der SICAD Kanaldaten war die Migration der Daten nach Smallworld GIS vorgesehen.
- Die Migration der Kanaldaten war im ersten Halbjahr 2002 geplant, anschließend sollte im Herbst 2002 der produktive Betrieb der Smallworld GIS Server-Clientanwendung beginnen.
- Die Stadtgrundkartendaten des städtischen Vermessungsamtes der Landeshauptstadt München, wurden seit 1995 regelmäßig von den Stadtwerken München in das System Smallworld GIS übernommen und sollten der MSE zur Verfügung gestellt werden.

- Die Münchner Stadtentwässerung
- Ausgangssituation
- Technisches Konzept
- Umsetzung der Datenmigration und Folgearbeiten
- Bewertung von Erfolg und Nutzen der Datenmigration für die Münchner Stadtentwässerung

- Analyse des Quelldatenmodells (SICAD Kanalfachschaale).
- Analyse des Zieldatenmodells (Smallworld Kanalfachschaale).
- Analyse eines repräsentativen Test-Datenbestandes, um spezifische Eigenschaften berücksichtigen zu können.
- Im Fall der MSE erfolgte die Datenerfassung über mehr als 10 Jahre mit sich änderndem Datenmodell. Die Analyse des repräsentativen Datenbestandes nahm daher einen besonderen Stellenwert ein.
- Detaillierte Modellbeschreibung für die Konfiguration der Abbildungsvorschriften im Zieldatenmodell.
- Erstellung des Umsetzungskonzeptes bzw. der Vorgehensweise.

Quelldatenmodell SICAD

- Die Speicherung und Verwaltung der Daten im SICAD-GIS erfolgt nach dem Netzwerkmodell. Für den Datenaustausch mit einem Fremdsystem bietet SICAD das Modul SICAD-GDB an, das zwei Ausgabedatenformate zur Verfügung stellt.
 - **Die SQD-Datei für Geometriedaten**
 - **Die SQS-Datei für Sachdaten**
- Beide Dateien, SQD und SQS, sind strukturierte ASCII-Dateien. Sie bilden die Voraussetzung der Migration und sind somit auch für eventuelle externe Datenaufbereitungsschritte geeignet.

SICAD-Elemente SQD-Format

- Jedes SICAD-Element besitzt einen Elementkopf mit Parameterteil. Der Elementkopf enthält verwaltende Angaben zum Element, im Parameterteil eines Elements sind geometrische und nicht-geometrische Daten hinterlegt. Mit dem Elementtyp liegen Art und Anzahl der Parameter fest.
- Weiter kann ein SICAD-Element optional frei definierbare Deskriptoren besitzen.
- Elementtypen sind:
 - elementarer Geometrietyp (Punkt PG, Linie LI, Fläche FL)
 - anwendungsspezifischer Objekttyp (Flurstücksnummer FR, Leitung LT)
 - Elementtyp zur Repräsentation einer Menge graphischer Primitive (Graphisches Element GE, z.B. zur Übergabe von Geradenscharen o.ä.)

Beispiel eines Schachtpunktes im SQD-Format

Elementtyp *Stufe* *eindeutige Nummer* *Ebene* *Strichstärke* *Strichmodus*

```

ETYP=PG STU=1 ENUM= 52634 EB=101 ST=1 SM=1
X 4471145.832
Y 5332561.524
PKZ 'H1 '
PNR 37562
H 524.510
SBZ '04250076'
  
```

Deskriptor SBZ mit Schachtnummer

Die Möglichkeit der Unterscheidung gleicher Elementtypen nach ihrer Bedeutung/Zuordnung wird bei den SICAD-Daten über den Parameter für die Stufe, die Strichstärke und des Strichmodus realisiert.

Z.B. Schacht als Punktelement „Regenwasser“ oder „Mischwasser“ etc.

Hierarchische Verknüpfung über den Stufenparameter STU

```

ETYP=LI STU=1 ENUM=123786 EB=107 ST=2 SM=3
OAR 0233 (Objektart)
*
ETYP=PG STU=2 ENUM=52634
*
ETYP=PG STU=2 ENUM=42589 EB=100 ST=1 SM=1
X 4471145.832
Y 5332644.044
PKZ 'H1 '
PNR 65235
H 524.640
SBZ '04250186'
    
```

ETYP=LI STU=1

ETYP=PG STU=2

Beispiel: Sachdatensatzes im SQS-Format

Tabellenname K_SHACHT

```

SATZTYP K_SHACHT
OBJID 42356 (ObjektID)
HGEL 528.940 (Geländehöhe)
NRHIST RS 100 (Schachart)
SNR 09640012 (Schachnummer)
....
    
```

Die Verknüpfung von Geometrie- und Sachdaten erfolgt über das SQD-Format

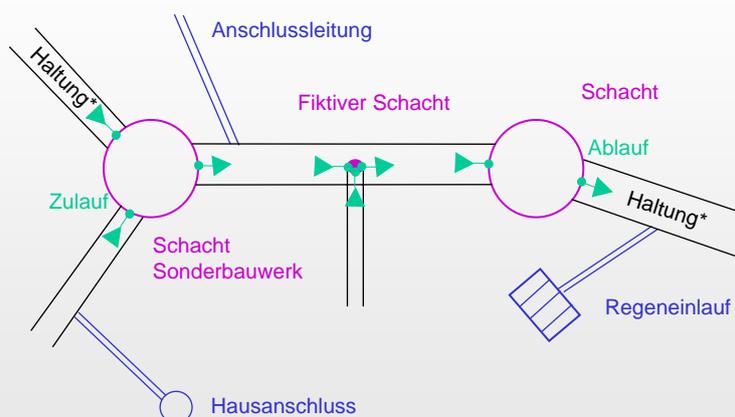
```

ETYP=PG STU=1 ENUM= 52634 EB=101 ST=1 SM=1
X 4471145.832
Y 5332561.524
PKZ 'H1 '
PNR 37562
H 524.510
SBZ '04250076'
POINTER K_SHACHT 42356
    
```

Zieldatenmodell Smallworld GIS

- Die Speicherung und Verwaltung raumbezogener Informationen im GE Smallworld GIS erfolgt in einer proprietären graphischen Datenbank. Die einzelnen Objekte sind grundsätzlich mit beliebigen geometrischen und nichtgeometrischen Daten modellierbar.
- Die topologische Modellierung des Zieldatenmodells, die Smallworld GIS Standardfachschaale Kanal basiert auf dem Knoten-Kantenprinzip.
- Jede topologische Kante, die aus der Haltung bzw. Anschlussleitung gebildet wird, wird von genau zwei Netzknoten begrenzt.
- Die Knoten werden von Schächten, Sonderbauwerken oder fiktiven Schächten als Netzknoten, von Revisionsschächten, Hausanschlüssen und Schadstoffeinleitern als Endknoten gebildet.

Zieldatenmodell Smallworld GIS



* Jede Haltung besitzt genau einen Zulauf und genau einen Ablauf

Pflichteingabefelder

Zu jeder Objektklasse gibt es bestimmte Attribute, sogenannte Pflichteingabefelder, die belegt werden müssen. Diese Attribute sind notwendig, um das Objekt topologisch einbinden zu können (z.B. Sohlhöhen, Deckelhöhen).

Schachtart	?	Einsteigschacht mit Kammer
Deckelhöhe [mNN]	:	515.48
Höhenstatus Deckel	?	
Sohlhöhe [mNN]	:	510.00

Referenzlisten (fest)

Zahlreiche Objektattribute lassen sich nur mit bestimmten Werten belegen, z. B. Entwässerungsverfahren. Sie sind fest im Datenmodell eingearbeitet und dienen zur Vermeidung von Schreibfehlern und zur Eingabvereinfachung.

Schacht oben	:	00180009
Schacht unten	:	00180013
Sohlhöhe Anfang [m+NN]	:	510.00
Sohlhöhe Ende [m+NN]	:	509.79
Entw. Verfahren	?	Mischwasser
Baustatus	?	in Betrieb

Referenzlisten (variabel)

Neben den fest definierten Referenzlisten gibt es variable Referenzlisten, die vom Benutzer definiert werden können (z.B. Material, Profilart Höhe/Breite etc.).

The screenshot shows a main form with the following fields: Material (dropdown), Baujahr (text), Umstellungsjahr (text), Aktivierungsjahr (text), Profilart (dropdown), Profilbreite [mm] (text), and Profilhöhe [mm] (text). Two pop-up windows are shown: 'Material auswählen' with a list of materials like PVC, STB, etc., and 'Profilart auswählen' with a list of profile types like Kreis 160, Kreis 180, etc.

Tabellen der Sachsatzverknüpfungen

Tabelle	Spalte	Par/Des	Nummer	Datentyp	Typ	Richtung
k_haltung	gefaelle	GF	204	DOUBLE	DESC	WRITE
k_haltung	haltungsmateri	MAT	205	CHAR	DESC	WRITE
k_haltung	haltungslaeng	HLA	203	DOUBLE	DESC	WRITE
k_haltung	haltungsnunme	TX2	18	CHAR	DESC	WRITE
k_haltung	kanalart	VEW	206	CHAR	DESC	WRITE
k_haltung	kanalnummer	TXT	1	CHAR	DESC	WRITE
k_haltung	objid	UTOBJD	1302	CHAR	PDES	WRITE
k_haltung	profilbreite	PBR		LONG_INT	PAR	WRITE
k_haltung	profilhoehe	PHO		LONG_INT	PAR	WRITE
k_haltung	profiltyp	PTP		CHAR	PAR	WRITE
k_haltung	rohrlaenge	RLA	61000	DOUBLE	DESC	WRITE
k_haltung	sohlhoehe_anf	SHA		DOUBLE	PAR	WRITE
k_haltung	sohlhoehe_end	SHE		DOUBLE	PAR	WRITE
k_revschacht	abstand_kh	DISTKH	61004	DOUBLE	DESC	WRITE
k_revschacht	objid	UTOBJD	1302	CHAR	PDES	WRITE
k_schacht	gelaendehoehe	HGEL	26	DOUBLE	PDES	WRITE
k_schacht	objid	UTOBJD	1302	CHAR	PDES	WRITE
k_schacht	schachtname	NRHIST	61003	CHAR	DESC	WRITE
k_schacht	schachtnummer	SBZ	207	CHAR	DESC	WRITE
k_schacht	x_hauptpunkt	RECHTS	61001	DOUBLE	DESC	WRITE
k_schacht	y_hauptpunkt	HOCHWT	61002	DOUBLE	DESC	WRITE

Objektklassenzuordnungstabellen

Symbol	Objektklasse	Katalogwert Schachtart	Besonderheit
RS100	AW Schacht	Normalschacht	Durchmesser = 1000
RS120	AW Schacht	Normalschacht	Durchmesser = 1000
RS200	AW Schacht	Einsteigschacht	Durchmesser = 1000
RS240/RS_240	AW Schacht	Einsteigschacht	Durchmesser = 1200
E.SCH.	AW Schacht	Einsteigschacht	Durchmesser = 1000
EINST	AW Schacht	Einsteigschacht mit Kammer	Katalog erweitern
SOND	AW Schacht	SOND	Katalog erweitern
G_SCH	AW Schacht	Geräteschacht	Katalog erweitern
VOID	AW Schacht	VOID	Katalog erweitern
LFT100	AW Schacht	LFT100	Katalog erweitern/Durchmesser=500
SEW	AW Schacht	SEW	Katalog erweitern
SP-EL	AW Schacht	Spüleinlass	
SG10	AW Schacht	SG10	Katalog erweitern
SCHL.SCH	AW Schacht	Schieberschacht	
GULLY / STA	AW Schacht	Straßenablauf	
bei Fehler in Flächenerzeugung		Fläche_fehlt	Katalog erweitern
ELB	AW Fiktiver Schacht	Einlassrohr	Enumerator/Modell erweitern
E_R	AW Fiktiver Schacht	Einlassrohr	Enumerator/Modell erweitern
FITIS	AW Fiktiver Schacht	FITIS	Enumerator/Modell erweitern

Parametrisierungstabellen für alle Geometriearten

Texte

Bezeichnung	Ebene	ST	H	Schriftart	Winkel	Prefix	Suffix	Text-modus
Sohlhöhe Haltungsanfang	105	1	1,8	SR	75°			0,7
Sohlhöhe Haltungsende	105	1	1,8	SR	75°			0,7
Haltungslänge	105	1	2,5	SR	75°			0,7
freier <u>Haltungstext</u>	105	1	2,5	SR	75°			0,7
Sohlgefälle	105	1	2,5	SR	75°	1:		0,7
Material	105	1	2,5	SR	75°			0,7
Profiltyp	105	1	2,5	SR	75°			0,7
Profilbreite	105	1	2,5	SR	75°			0,7
Profilhöhe	105	1	2,5	SR	75°	/		0,7
Schachtbezeichnung mit Bezugspfeil	102	1	2,5	SR	75°			0,7
Schachtnummer	102	1	2,5	SR	75°			0,7
freier <u>Schachttext</u>	101	1	1,8	SR	75°			0,7
<u>Sohlhöhe</u> Schacht	101	1	1,8	SR	75°			0,7
Geländehöhe	101	1	0,0	SR	90°	D.		0,7
Zeichnungsnummer	101	1	2,5	SR	75°			0,7
Radientexte	107	1	1,8	SR	75°			0,7
Klasse	105	1	2,5	SR	75°			0,7

Parametrisierungstabellen für Entwässerungssysteme

Linien				
Bezeichnung	Ebene	SM	ST	
Kanalhaltung (KH,KB)	120	1	3	inkl. Fließrichtungspfeil
Kanallängsschnitt	111	1	3	
Bauwerksgrafik z.B. Verb., Sonderbauwerk, Einstieg	121	1	3	
Regelschacht	121	1	3	
Radienlinien	127	1	3	
Textzuweisungslinien	125	1	3	

Linien			
Bezeichnung	Ebene	SM	ST
Kanalhaltung (KH,KB)	180	1	4
Kanallängsschnitt	111	1	4
Bauwerksgrafik z.B. Verb., Sonderbauwerk, Einstieg	181	1	4
Regelschacht	181	1	4
Radienlinien	187	1	4
Textzuweisungslinien	185	1	4

Regenwasser

Schmutzwasser

Formale Qualitätskontrolle

- Die formale Prüfung der SQD-SQS-Dateien auf fehlerfreies Format wies zahlreiche Fehler auf, die ein Einlesen der Daten im Originalzustand nicht möglich machte.
 - Feldnamen für die Deskriptoren überschreiten die für die Schnittstelle zulässige Länge von 8 Zeichen.
 - Die Tabellennamen überschreiten die zulässige Länge.
 - Es existierten eine große Anzahl von Leerzeilen.
 - Zahlenformat für Float-Zahlen: Die in der SQD-Datei vorkommenden Float-Zahlen, die kleiner 1 sind, werden als .99 statt mit 0.99 geschrieben.

Analyse der Deskriptoren

- Der Vergleich der vordefinierten Deskriptoren mit dem Ist-Zustand der Testgebietsdaten wies zahlreiche zusätzliche Deskriptoren in den Datenbeständen auf. Durch die lange Datenerfassungsperiode existierten für die hauseigene Datenerfassung und die Datenerfassung durch Fremdfirmen **zwei unterschiedliche Konfigurationen**, die zu berücksichtigen sind.

eigene Datenerfassung

Anzahl	Deskriptor	Element	Typ
156	tx1	PG	Text (max. 32 Zeichen)
189	sd72	OB	Text (max. 32 Zeichen)
195	suf	TA	Text (max. 32 Zeichen)
262	draw	PG	I (Integer)
714	zva	PG	I (Integer)
1238	fco	KH	I (Integer)

Fremddatenerfassung

Elementtyp	Param./Desk.	Typ
PG	hsol	R8 (Float)
KS	nummer	I (Integer)
KS	sbz	Text (max. 32 Zeichen)
LI	txt	Text (max. 32 Zeichen)

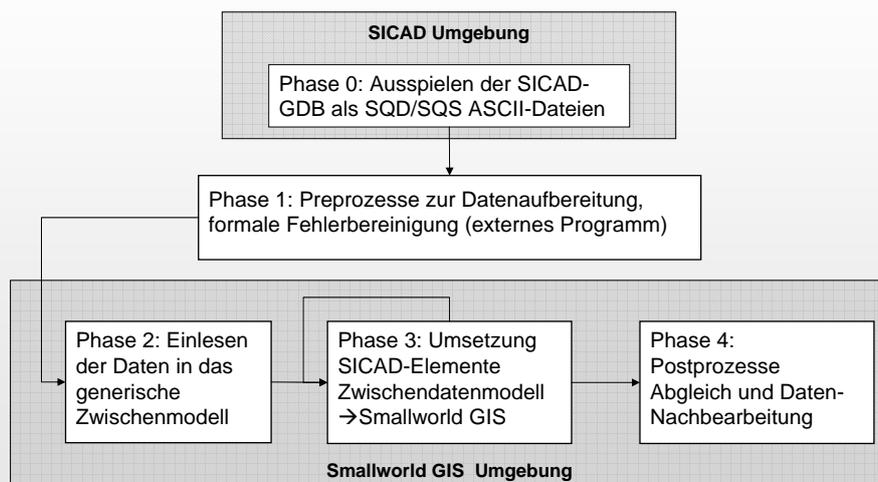
Beschriftung bzw. Textelemente

- Ein nicht unwesentlicher Teil der Beschriftungen wurden im SICAD als freie Textelemente erzeugt und konnten daher im Zieldatenmodell keinen Objekten zugewiesen werden. Hier wurde versucht, im Zieldatenmodell durch die räumliche Suche Plausibilitäten herzustellen.
- Die automatische Beschriftungserzeugung im Zieldatenmodell (Smallworld GIS) brachte keine befriedigenden Ergebnisse. Durch die Blockbildung kam es sehr häufig zu nicht mehr lesbaren Überlappungen. Daher mussten die Beschriftungspositionen und Drehwinkel aus den SICAD-Dateien zu ermitteln und entsprechend im Zieldatenmodell umzusetzen.

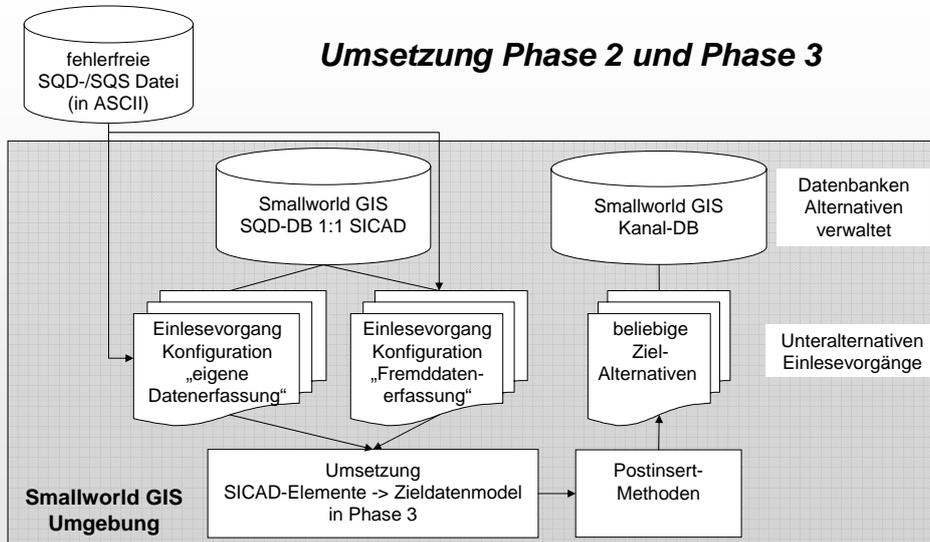
- Die Münchner Stadtentwässerung
- Ausgangssituation
- Technisches Konzept
- Umsetzung der Datenmigration und Folgearbeiten
- Bewertung von Erfolg und Nutzen der Datenmigration für die Münchner Stadtentwässerung

Umsetzung der Datenmigration

Grundsätzlicher Ablauf



Umsetzung Phase 2 und Phase 3



Phase 3 Umsetzung SICAD-Elemente -> Smallworld GIS

- Erzeugen der haltungstrennenden Objektklassen wie Schacht, Sonderbauwerk und fiktiver Schacht in den Alternativen der unterschiedlichen Konfigurationen.
- Zusammenführen der Alternativen zu einem Gesamtdatenbestand aller haltungstrennenden Objekte.
- Erzeugung der Haltungen mit topologischer Verknüpfung der haltungstrennenden Netzknoten wie Schächte, Sonderbauwerke und fiktiven Schächte.
- Die Postinsertmethoden konnten Unzulänglichkeiten der Schnittstelle ausgleichen und direkt nach der Objekterzeugung aufgerufen werden. Vorteil war, dass auf beide Datenbestände SQD-DB und Kanal-DB zugegriffen werden kann. Z.B. Erzeugung komplexer Geometrien.
- Generierung der freien Textelemente und freien Linien zur späteren händischen Übernahme als Objektsachdaten.

Phase 4 Postprozess-Methoden

- Postprozess-Methoden laufen nach der Umsetzung im Smallworld GIS ab. Dabei steht nur noch das Zieldatenmodell zu Verfügung. Mit den Postprozessmethoden erfolgten alle automatisierbaren Datenbereinigungen. Beispiele:
 - Eindeutige Haltungsnummerierung.
 - Sohlhöhenberechnung für Schacht, Fiktiver Schacht und Sonderbauwerk, aus den Daten des jeweils tiefsten Ablaufs.
 - Überprüfung und Berichtigung der topologischen Verknüpfungen.
 - Beispiel: Zusammenführung von Haltungen mit nicht haltungstrennenden Entlüftungen (Deskriptor LFT100)



Migration erfolgreich abgeschlossen



- Die Münchner Stadtentwässerung
- Ausgangssituation
- Technisches Konzept
- Umsetzung der Datenmigration und Folgearbeiten
- Erfolg und Nutzen der Datenmigration für die Münchner Stadtentwässerung

Erfolg und Nutzen der Migration

Ergebnis der Datenmigration

- Durch die aufwendige Analyse des repräsentativen Testdatenbestandes konnten optimale Abbildungsvorschriften definiert werden.
- Alle im SICAD modellierten Graphik- und Sachdatenelemente konnten vollständig in das Smallworld GIS System übernommen werden.
- Die erfassten Sachdaten wiesen relativ hohen Fehlergrad (> 20%) auf. Die sofortige Nutzung der Sachinformationen war daher nur eingeschränkt möglich.
- Gegenüber den gescannten und transformierten analogen Leitungsblättern und der digitalen Stadtgrundkarte zeigten zum Teil deutlich sichtbare Lageabweichungen.

Lageabweichungen der SICAD-Erfassung



Ergebnis nicht unerwartet

- Die Daten wurden über einen Zeitraum von fast 10 Jahren mit sich veränderndem Datenmodell und unterschiedlichen Konfigurationen, eigene Erfassung, bzw. Erfassung durch die Fremdfirma, erfasst.
- Die SICAD-Sachdatenerfassung beschränkte sich auf die planorientierten Beschriftungselemente der analogen Bestandspläne.
- Fehlende Möglichkeiten für Plausibilitätsprüfungen der Sachdaten führten zu der hohen Fehlerquote. Z.B. keine Auswahllisten, für Profiltypen etc..
- Bei der Digitalisierung des Kanalnetzes wurden nur die Leitungsfolien ohne Stadtgrundkartenbezug am Digitalisiertablett erfasst. Lageabweichungen zur digitalen Stadtgrundkarte waren daher zu erwarten.
- Im SICAD waren keine Möglichkeiten der Topologieprüfung vorhanden.

Ergebnis der Datenmigration

Technisch ein Erfolg ???



Daten ein Flop ???

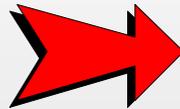
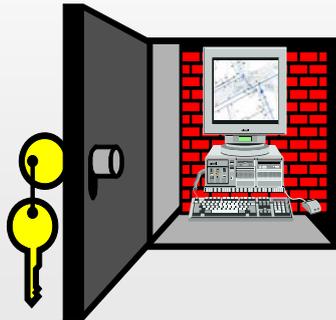


Phase 5 war notwendig: Systematisches Überarbeiten und nachdigitalisieren des gesamten Kanalnetzes

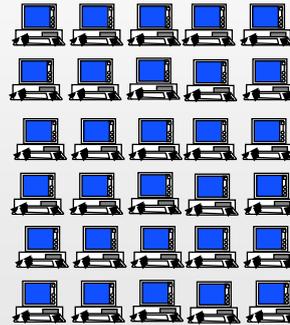


Systemwandel stellt andere Anforderungen an die Daten

Bisherige Datenverteilung quasi im geschlossenen Einzelplatzsystem nur eingeschränkt möglich



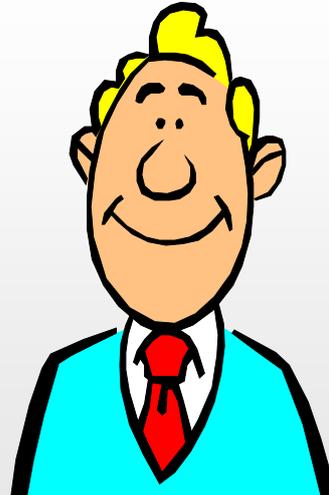
Zukünftige Datenverteilung durch offene Client-Server- bzw. Webanwendung



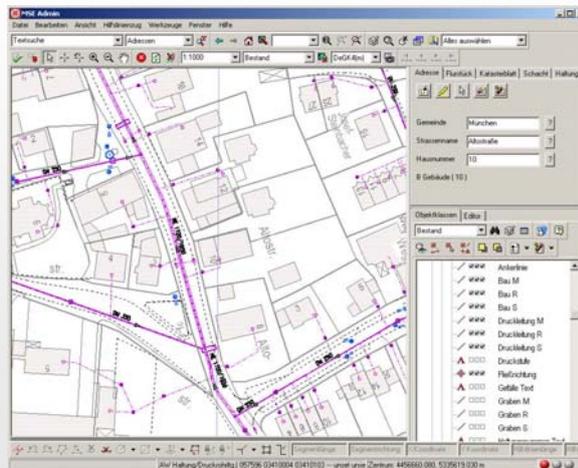
Vorteile durch die Datenmigration

- Die digitalen Daten der SICAD-Erfassung waren zwar in Graphik und Sachinformation verbesserungsbedürftig, standen aber im Zielsystem sofort zur Verfügung.
- Der Zeitplan für den geplanten Produktivbetrieb mit Smallworld GIS konnte eingehalten werden.
- Durch die hybride Datenhaltung waren Unstimmigkeiten im Datenbestand für den Benutzer leicht erkennbar.
- Die Nacharbeitung der SICAD-Daten konnte während des laufenden Betriebs erfolgen. Bildung von Schwerpunktsgebieten, z.B. anstehende Sanierungsgebiete etc..
- Die vollständige Neudatenerfassung hätte den Produktivbetrieb zeitlich erheblich verzögert.

Die Migration war wirtschaftlich !!!

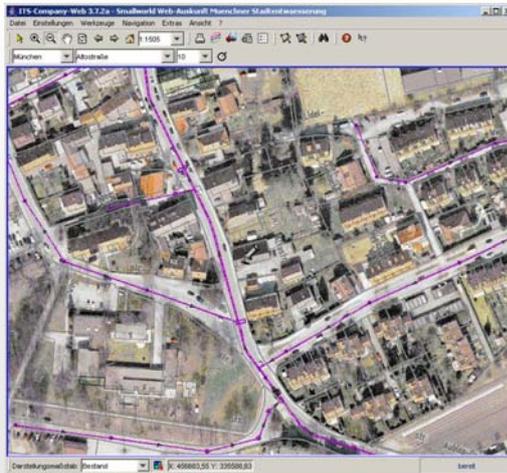


Ist-Stand heute



Das Smallworld GIS steht als Clientanwendung

Ist-Stand heute



oder als
Webanwendung
im MSE-Intranet
allen Mitarbeitern
zur Verfügung

Viele Dank für die

Aufmerksamkeit

